# Santé des racines - la clé pour améliorer le rendement

**Livre blanc 2011**

ROOTING POWER™

Vibrance®

syngenta®

™

## Note de synthèse

***Les nouvelles stratégies agronomiques pour la prochaine révolution verte se concentreront sur les racines et le sol. Le traitement des semences jouera un rôle essentiel dans la protection et la santé des racines, en améliorant ainsi la performance des cultures***

La population mondiale augmente régulièrement. En parallèle, la demande s'intensifie également sur les terres cultivables, l'eau, l'énergie et les ressources biologiques, pour fournir une alimentation adéquate tout en maintenant l'intégrité de notre écosystème. La première « révolution verte » a eu un impact important sur les pratiques agricoles. Une prochaine révolution verte pourrait suivre, axée sur la découverte de solutions qui ne sont pas encore explorées.

Dans le monde entier, la recherche désigne de plus en plus la santé de la racine comme étant la clé pour les futures améliorations de productivité des cultures agricoles. Comme elles sont loin des yeux, les racines sont souvent loin du cœur. On a estimé que 80 % de tous les problèmes d'un végétal commencent par des problèmes de sol et de racines. Le développement de certaines pratiques agronomiques telles que le non-labour et l'irrigation peut augmenter l'apparition des maladies du sol, qui compromettent la santé des racines. Ces maladies ont un impact sur les processus physiologiques du végétal et inhibent son développement, ce qui à son tour influence négativement le rendement. Il est important de comprendre parfaitement les dégâts provoqués par les pathogènes du sol pour concevoir de bonnes stratégies de lutte.

Une nouvelle stratégie qui s'est révélée payante consiste à utiliser des fongicides pour traiter les semences et protéger les végétaux de ces maladies qui réduisent le rendement, en leur permettant de pousser à leur potentiel génétique maximal. Le Sedaxane est la première molécule de Syngenta développée spécifiquement en tant que traitement de semences – avec une association optimale entre un transport systémique et une mobilité dans le sol. Ce composé appartient à la nouvelle classe de fongicides des SDHI. Syngenta commercialisera les offres de traitement fongicide de semences contenant du Sedaxane sous le nom de marque ombrelle VIBRANCE®. Il présente une activité antifongique unique contre les maladies des semences et du sol comme les charbons, les caries, les fusarioses, le rhizoctone et de nombreux autres.

Les experts et les scientifiques du secteur reconnaissent que protéger les systèmes racinaires du végétal et assurer des racines saines pourrait être la clé de la prochaine révolution verte. En insistant sur la santé des racines et avec la nouvelle technologie enthousiasmante du Sedaxane, nous passons à l'étape suivante.

## La difficulté – faire pousser plus à partir de moins

***L'augmentation continue de la population mondiale fait pression sur les ressources naturelles, et nécessite de nouveaux axes de recherche avec l'objectif de produire plus à partir de moins***

Selon les estimations les plus récentes, la Terre compte à présent environ 6,6 milliards d'hommes. La population humaine a été multipliée par près de 10 au cours des trois derniers siècles et elle a été multipliée par 4 pendant le dernier siècle. On estime que chaque jour, la Terre compte un quart de million de personnes supplémentaires, et le besoin de nourriture va atteindre des niveaux sans précédent. Les rapports de la FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture), de nombreuses autres organisations internationales et la recherche scientifique confirment ce problème grave d'approvisionnement alimentaire. Savoir si l'approvisionnement alimentaire peut garder le rythme avec une population humaine en croissance n'est pas une question nouvelle. En 1798, Thomas R. Malthus prédisait que la croissance de la population dépasserait l'approvisionnement alimentaire et provoquerait de grandes souffrances humaines. Au début des années 1960, la plupart des pays étaient auto-suffisants en nourriture, mais les inquiétudes soulevées par la croissance rapide de la population ont conduit beaucoup à se faire l'écho de la prédiction de Malthus.

Avec la population mondiale en croissance permanente, la pression augmente également sur les terres cultivables, l'eau, l'énergie et les ressources biologiques, pour apporter une alimentation adéquate tout en maintenant l'intégrité de notre écosystème. On a estimé que la disponibilité par personne des céréales mondialement, qui peuvent représenter 80 % de l'alimentation mondiale, diminue depuis les 15 dernières années (Kendall et Pimentel, 1994). Actuellement les terres cultivables fertiles disparaissent à un rythme alarmant. Par exemple, près d'un tiers des terres cultivables du monde (1,5 milliards d'hectares) ont été abandonnées au cours des 40 dernières années, car l'érosion les a rendues improductives (Pimentel et al., 1995).

De plus, la demande croissante en biocarburants limite la quantité de terres disponibles pour la production alimentaire, et pose ainsi des contraintes supplémentaires sur la sécurité alimentaire.

La demande accrue en nourriture a provoqué ce que l'on a appelé la révolution verte, qui a amené de spectaculaires hausses de production des cultures (Gewin, 2010). Dans les années 1960, de nouvelles variétés à rendement élevé ont vu le jour grâce aux efforts soutenus des scientifiques agricoles dans de nombreuses régions du monde.

***La technologie apporte des solutions durables pour libérer le potentiel des végétaux***

Même si cette première révolution verte a été un succès, l'agriculture moderne est appelée à ouvrir davantage la voie à des solutions durables spécifiques aux cultures, aux situations locales, aux ressources disponibles et aux modes culturels. Les technologies d'aujourd'hui libèrent le potentiel des plantes afin d'aider les agriculteurs à produire davantage tout en utilisant moins d'eau et de surfaces. Les insecticides, les fongicides et les herbicides par exemple protègent les cultures des insectes, des maladies et de la concurrence des mauvaises herbes. La science moderne peut identifier les caractéristiques génétiques d'origine majeures d'une plante afin de produire des variétés améliorées ayant le rendement le plus élevé possible. Dans d'autres cas, la modification génétique peut être utilisée pour atteindre des caractères, tels que la résistance aux maladies ou la tolérance aux herbicides. Ces tendances et ces développements ont eu un impact sur les pratiques culturales. Elles guident toujours de nouveaux axes de recherche importants (voir les exemples ci-dessous), afin de produire plus à partir de moins :

- L'utilisation de l'Agriculture de Précision est en augmentation (utilisation de SIG, application de doses variables, densités de semis variables, etc...),
- L'attention est en train de se déplacer vers l'amélioration des cultures, de manière à ce qu'elles soient capables de mieux supporter des conditions environnementales extrêmes et d'utiliser les ressources plus efficacement,
- Grâce notamment à une prise de conscience environnementale accrue, on tend vers des méthodes de production plus durables, comme le non-labour ou les techniques culturales simplifiées et la gestion du carbone (principalement en céréales, en colza/canola et en maïs),
- Les associations de cultures, la culture intercalaire,
- L'utilisation accrue des techniques de repiquage (principalement pour la betterave à sucre),
- Les technologies telles que la résistance induite ou la lutte biologique ont obtenu davantage d'attention en tant qu'alternatives dans la lutte contre les maladies et les ravageurs des cultures,
- Les cultures hybrides (telles que le canola/colza, les céréales, le maïs, les tournesols et le soja).

***Les experts reconnaissent de plus en plus que la santé des racines est essentielle pour répondre aux demandes d'améliorations futures de productivité.***

Pour satisfaire les besoins croissants d'approvisionnement alimentaire et répondre efficacement à l'augmentation de la demande sur les ressources naturelles limitées, il est nécessaire d'adopter de nouvelles stratégies pour améliorer les rendements. Dans le monde entier, la recherche désigne de plus en plus la santé des racines, comme étant la solution pour les améliorations à venir en matière de productivité des cultures. « Les stratégies du passé ne fonctionnent plus à présent pour satisfaire aux besoins croissants de nourriture. Les racines sont l'enjeu de la deuxième révolution verte », indique Jonathan Lynch, un nutritionniste végétal à l'Université de l'État de Pennsylvanie. Peter Gregory, directeur général du Scottish Crop Research Institute (Institut écossais de recherche sur les cultures) à Dundee, Royaume-Uni, appuie cette thèse. « Nous avons parcouru un très long chemin au cours des 40 dernières années, sans nous préoccuper des racines, mais les conséquences économiques et environnementales des apports de nutriments inefficaces sont désormais visibles. »

Le lien évident entre la santé des racines et l'augmentation du rendement a également été examiné en détail lors du Forum mondial sur la santé de la racine, organisé en 2011 par Syngenta, où l'orateur principal David Wright (Programme de recherche sur le soja du Centre-Nord, États-Unis) a déclaré : « les futures augmentations de rendement viendront de l'amélioration de la santé des racines, c'est un domaine qui présente de grandes opportunités de recherche ». Mark Westgate (Université de l'État d'Iowa, États-Unis) a ajouté : « maximiser les rendements des semences commence et finit par un système racinaire sain », en insistant ainsi sur l'importance de la relation entre la santé de la racine et les augmentations de rendement.

## La cause à l'origine du problème : des pathogènes invisibles compromettent la santé des racines

***Comme elles sont loin des yeux, les racines sont souvent loin du cœur. Leur importance sur la santé du végétal est souvent largement négligée.***

Les racines ont deux fonctions essentielles : 1) ancrer le végétal dans le sol et 2) fournir une surface importante – augmentée par la présence du chevelu racinaire – pour faciliter l'absorption d'eau et de nutriments. La structure et les habitudes de croissance des racines ont un effet prononcé sur la taille et la vigueur des végétaux, leur adaptation à certains sols et leur réponse aux pratiques culturales. Comme elles sont loin des yeux, les racines sont souvent loin du cœur. Leur impor-

tance sur la santé du végétal est souvent largement négligée. On a estimé que 80 % de tous les problèmes d'une plante commencent par des problèmes de sol et de racines. Les racines de la plupart des végétaux sont sujettes à des attaques de champignons et de nématodes pathogènes, mais les effets de ces organismes peuvent passer inaperçus jusqu'à ce que l'attaque soit suffisamment importante pour provoquer une mauvaise récolte ou qu'il y ait une référence de base dans le domaine à laquelle comparer la récolte (Rovira, 1990). Souvent, ces effets sont visibles seulement à la fin de la saison, quand les agriculteurs sont confrontés à d'importantes pertes de rendement. De plus, à moins que des analyses particulières soient réalisées, ces problèmes sont souvent mal diagnostiqués et provoquent des pertes supplémentaires pour les agriculteurs.

Le sol est un écosystème terrestre naturel vivant et dynamique et il abrite une multitude de d'organismes vivants différents, notamment des bactéries, des champignons, des nématodes et de nombreux autres. L'équilibre entre ces différentes populations d'organismes est particulièrement délicat. Des modifications subtiles de composition chimique et biologique, dues – entre autres – aux pratiques agricoles, à l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires, peuvent provoquer la domination d'organismes pathogènes dans cet écosystème complexe. Ce type de domination entraîne souvent des pertes de récolte importantes, qui peuvent être exacerbées par des conditions de stress comme la sécheresse, l'humidité excessive du sol, le froid, une salinité accrue, etc.

***Le rhizoctone est une maladie qui peut représenter une menace sérieuse pour les céréales et qui augmente en raison des modifications des pratiques agricoles***

Avec la prise de conscience en faveur de l'agriculture durable, des pratiques telles que le non-labour (ou les techniques culturales simplifiées) sont de plus en plus adoptées en raison de leurs avantages environnementaux et économiques. Les systèmes de non-labour présentent de nombreux avantages que les systèmes de labour intensif classiques ne peuvent pas atteindre, comme entre autres : des besoins réduits en main d'oeuvre, des économies de carburant, une amélioration de la productivité à long terme, une réduction de l'érosion des sols, une meilleure rétention de l'humidité du sol et une diminution du tassement du sol. Pourtant, comme ces pratiques laissent le sol en l'état avec une couche de matière organique en surface, elles peuvent également augmenter l'apparition de maladies du sol. Cette augmentation des maladies compromet la santé des racines. Les pratiques de non-labour peuvent également altérer l'environnement du sol localement d'un point de vue physique, biologique et structurel, en influençant la température

et l'humidité de celui-ci, la concurrence entre les microorganismes et la modification du sol (Rothrock, 1992). Elles ont modifié le spectre des maladies, en rendant la protection élargie plus importante. Le rhizoctone, en particulier, constitue une menace sérieuse pour les cultures céréalières et dans la rotation car les plantes sont affaiblies tôt, le tallage est affecté et plusieurs groupes/variétés peuvent être touchés.

***Une meilleure compréhension de la façon dont les pathogènes occasionnent des dégâts conduira à de meilleures stratégies de lutte contre les maladies du sol qui sont difficiles à détecter actuellement***

Les pathogènes posant des problèmes dans le sol ont été rassemblés en deux groupes principaux par Wayne Pedersen (pathologiste végétal émérite, université de l'Illinois, États-Unis) :

- Les « tueurs » comme *Phytophthora* et *Pythium* sont généralement très agressifs et une fois que l'infection s'est installée, les végétaux peuvent mourir rapidement en fonction des conditions environnementales. Ces effets peuvent être très dévastateurs. Les champs peuvent être presque détruits en un délai court. En général, on connaît bien les maladies provoquées par ces pathogènes.
- L'effet des « grignoteurs » comme *Rhizoctonia* et *Fusarium* est moins évident, en particulier dans des conditions moins favorables. Mais même dans des conditions propices, les grignoteurs peuvent provoquer une réduction du rendement de 20 à 30 %. En général, la connaissance de ces maladies est limitée, principalement en raison de la nature imperceptible de ces infections, présentant peu ou pas de symptômes.

Le rhizoctone (rhizoctone brun) affecte les plantes dans de nombreuses régions, mais souvent on ne le remarque pas ou il est mal diagnostiqué. C'est principalement une maladie qui affecte surtout les céréales en non-labour, mais il peut provoquer des pertes dans un ensemble d'autres cultures comme le colza/canola, les pommes de terre, le coton et la betterave à sucre. Ce pathogène est difficile à maîtriser car il dispose d'une large variété d'hôtes (différents groupes d'anastomose) et il peut survivre et croître dans le sol en l'absence de plantes hôtes vivantes. Les effets de nombre de ces pathogènes dépassent souvent la maladie observée. Des études sur le terrain ont associé les infections du rhizoctone à une nodulation réduite, au flétrissement des feuilles et à une réduction de la tolérance au stress abiotique, en particulier dans des conditions de sécheresse. Les végétaux stressés sont moins résistants aux pathogènes. Cette association de facteurs joue sur les processus physiologiques de la plante et inhibe son développement, qui à son tour influence négativement le rendement.

Il est important de comprendre parfaitement les dégâts provoqués par ces pathogènes pour concevoir de bonnes stratégies de lutte. En raison des nombreux hôtes de plusieurs de ces pathogènes, la rotation des cultures n'est pas toujours une solution, même si elle peut dans certains cas avoir un effet positif. Les pratiques culturales comme un bon apport en nutriments pour assurer une croissance initiale rapide, des temps de semis ajustés (losque c'est possible), un travail du sol léger, etc. peuvent contribuer à réduire l'inoculum et aider les jeunes plants à « échapper » à l'infection.

Une nouvelle stratégie qui s'est récemment révélée payante consiste à traiter les semences pour protéger les plantes de ces maladies qui réduisent le rendement, en permettant le développement de systèmes racinaires plus sains et plus forts – et en aidant ainsi les végétaux à pousser à leur potentiel génétique maximal. La réussite de cette stratégie montre encore plus clairement que maximiser le rendement commence et finit par un système racinaire sain.

## La solution – stimuler la performance de la plante par la santé des racines

***Des racines plus fortes et plus saines absorbent mieux l'eau et les nutriments, ce qui conduit à un meilleur développement de la culture à tous les stades critiques***

Récemment, l'accent s'est porté sur l'importance des racines pour la performance du végétal. Selon la FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture), les stress les plus importants dans l'agriculture comprennent l'eau, le sol, la salinité et l'acidité du sol. Ces facteurs ont tous un rapport avec les racines et leur santé. Syngenta est à l'avant-garde et soutient une plate-forme mondiale de recherche sur la santé des racines. En février 2011, l'entreprise a organisé un Forum mondial sur le sujet qui a rassemblé près de 100 experts chercheurs venant d'organisations publiques et privées pour discuter et échanger leurs découvertes sur la santé des racines.

Des racines plus fortes et plus saines absorbent mieux l'eau et les nutriments, deux des ressources les plus essentielles dont a besoin une plante. Ceci conduit à un meilleur développement de la culture aux premiers stades critiques et dans des conditions très différentes. Des systèmes racinaires plus robustes aident à produire des tiges et un feuillage plus forts qui résistent mieux au stress environnemental, en particulier dans les climats difficiles. Ils protègent le potentiel génétique de la culture et finalement conduisent à une meilleure régularité de rendement.

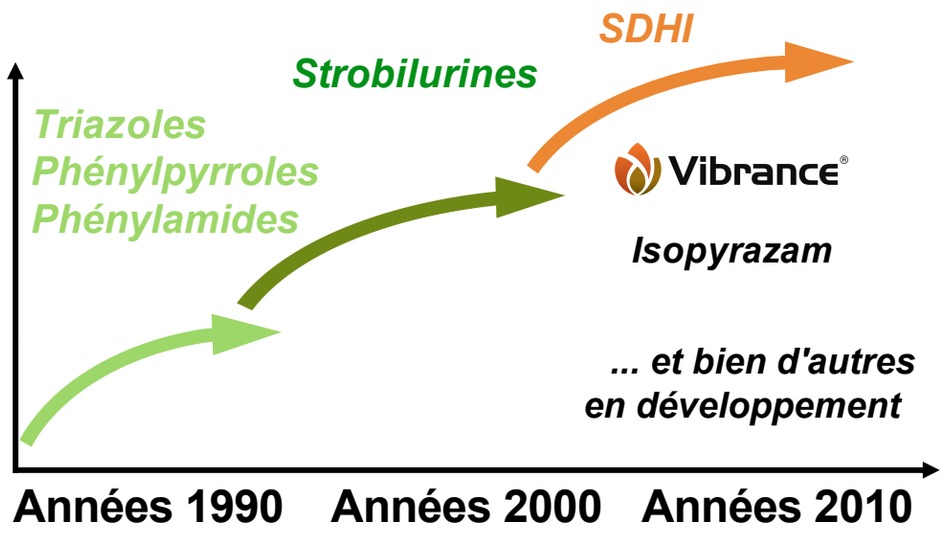
Au cours des dernières années, les chercheurs de Syngenta du monde entier ont analysé les interactions entre les racines, les maladies, le rendement de la consommation en eau et l'assimilation des nutriments. Ils ont appris qu'un acte simple comme protéger efficacement les racines des cultures contre les maladies peut avoir un impact énorme en libérant un potentiel plus important au sein des systèmes racinaires.

***Parmi les stratégies pour assurer des racines plus fortes et plus saines on peut citer le traitement des semences pour protéger les systèmes racinaires contre les maladies du sol. Chez Syngenta, cet axe de recherche a conduit à une nouvelle matière active conçue spécifiquement en tant que fongicide pour le traitement des semences***

Les chercheurs de Syngenta appliquent ces connaissances en réalisant de nouveaux progrès en matière de traitement de semences. Ils ont développé une nouvelle spécialité fongicide qui crée une protection à large spectre inégalée contre les maladies grâce à son nouveau mode d'action. Les essais de plein champ sur toutes les grandes cultures dans un ensemble de conditions confirment que cela conduit à un système racinaire plus fort et plus sain qui permet d'obtenir une meilleure levée des plantes et des cultures plus robustes. En conséquence, les chercheurs trouvent que les cultures sont plus aptes à résister aux stress de la saison culturale permettant de produire des rendements et une qualité améliorés. C'est la première fois dans l'histoire de l'entreprise que Syngenta développe une nouvelle matière active, le Sedaxane, spécifiquement conçue pour le traitement des semences.

Les fongicides sont utilisés depuis longtemps, à commencer par les composés inorganiques comme le soufre et les composés organiques comme les carboxamides. Le traitement de semences s'est traditionnellement concentré sur les maladies des semences comme les charbons et les caries. Toutefois, au cours des deux dernières décennies, les fongicides et les technologies de traitement de semences ont progressé à un rythme soutenu.

Le fludioxonil (un fongicide de la classe des phénylpyrroles) a été introduit dans les années 1990 par Ciba-Geigy, une entreprise à l'origine de Syngenta, pour lutter contre les pathogènes du sol tels que *Fusarium*, *Microdochium* et d'autres. Plus tard, le métalaxyl (un phénylamide) a été la première matière active permettant de lutter contre le *Pythium*. Le développement ensuite du difénoconazole, (une matière active du groupe des triazoles) a permis de lutter contre l'oïdium entre d'autres maladies, et l'azoxystrobine (une strobilurine) a permis d'éliminer de nombreuses maladies importantes comme la maladie des taches annulaires, l'alternariose et la rouille blanche.




*Évolution des principales classes de fongicides*

Syngenta a prolongé l'importante expertise des entreprises à son origine en matière de santé des racines pour aider les agriculteurs à atteindre une meilleure stabilité de rendement de leurs cultures, avec une gamme complète de produits contre les maladies et les ravageurs importants.

## VIBRANCE® – la nouveauté dans la gamme Syngenta des produits améliorant la santé des racines

***Le Sedaxane est la nouvelle matière active développée par Syngenta spécifiquement en tant que traitement de semences, qui offre une protection longue durée de la racine contre un large spectre de maladies. Il sera commercialisé sous la marque VIBRANCE***

Le Sedaxane est une nouvelle molécule de Syngenta et le premier fongicide développé spécifiquement en tant que traitement de semences, associant de façon optimale un transport systémique et une mobilité dans le sol. Il présente une activité spécifique contre les charbons et les caries ainsi que la fusariose des céréales. Il dispose également d'une excellente activité longue durée contre le rhizoctone dans de nombreuses cultures.

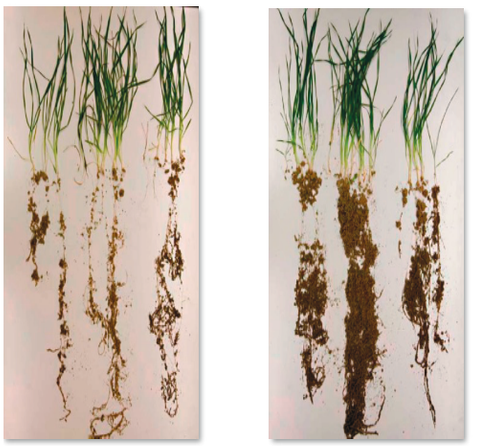
Le Sedaxane appartient à la classe chimique des pyrazole-carboxamides. Ces composés inhibent le métabolisme fongique en se liant à l'enzyme succinate déshydrogénase et se situent dans la nouvelle classe de fongicides SDHI (inhibiteurs de la succinate déshydrogénase).

Syngenta commercialisera des offres (spécialités) de traitements de semences fongicide à base de Sedaxane sous le nom de marque ombrelle VIBRANCE®.

Ce composé pénètre dans le sol environnant à partir de la semence et forme une zone de protection autour de celle-ci, des racines en développement et de la base de la tige. Sa mobilité dans le sol est idéale dans une grande variété de types de sols depuis un sol à forte teneur organique à un sol sableux. Le Sedaxane est absorbé par l'ensemble du système racinaire.

En raison de son nouveau mode d'action, il est possible de concevoir une démarche proactive de la gestion de la résistance. Ceci signifie que les offres basées sur le traitement de semences VIBRANCE sont un élément supplémentaire à la gamme d'outils permettant de prévenir l'accumulation de résistance chez des pathogènes à haut risque comme *Michrodochium nivale* (fusariose).

*Impact du rhizoctone sur les racines et amélioration de la protection avec les offres basées sur le traitement de semences VIBRANCE*




*Source : Syngenta Suisse (Stein), 2010, Essais Rhizoctrones, 83 jours après le semis*

*Spectre in vivo de VIBRANCE® sur les céréales*

| Champignons issus des semences | Activité | Champignons foliaires et du sol | Activité |
|---|---|---|---|
| *Ustilago nuda* | | *Septoria nodorum* | |
| *Tilletia caries* | | *Puccinia recondita* | |
| *Microdochium nivale* | | *Erysiphe graminis* | |
| *Pyrenophora graminea* | | *Rhizoctonia* spp. | |
| *Cochliobolus sativus* | | *Typhula incarnata* | |
| *Fusarium* spp.* | | *Gaeumannomyces graminis* | |

*Spectre in vivo de VIBRANCE sur les autres cultures*

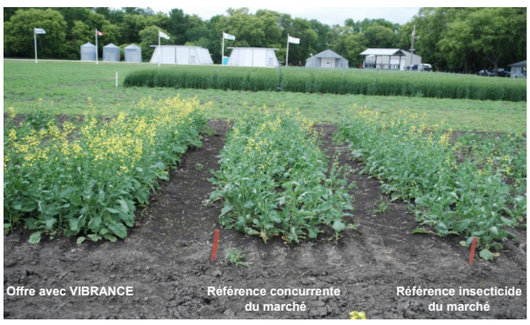
| Champignons issus des semences | Activité | Champignons foliaires et du sol | Activité |
|---|---|---|---|
| *Rhizoctonia* spp. - nombreuses cultures | | *Sphacelotheca* - maïs | |
| *Sclerotium* spp. - arachide, betterave | | *Phakopsora* - soja | |
| *Phoma* spp. - betterave, colza | | *Helminthosporium* - riz | |
| *Macrophomina* - soja | | *H. solani* - pommes de terre | |
| *Fusarium* spp. - nombreuses cultures | | *Colletotrichum* - oignon | |

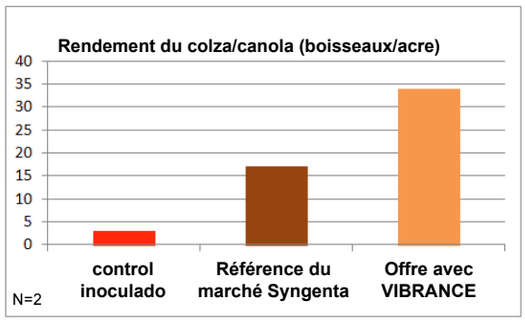
* en association avec le fludioxonil

Excellent | bon | léger effet | pas d'activité

Une excellente efficacité sur le rhizoctone a été observée dans de nombreuses cultures. Les concentrations testées se situent généralement entre 2,5 et 20 g/100 kg de semences. Il est important de noter que le rhizoctone est un pathogène extrêmement variable et de nombreux essais sont nécessaires sur chaque culture pour confirmer les doses d'emploi. Globalement, les essais menés à ce jour soutiennent l'idée que le Sedaxane est extrêmement efficace sur de nombreuses cultures, et souvent meilleur que les références actuelles du marché.

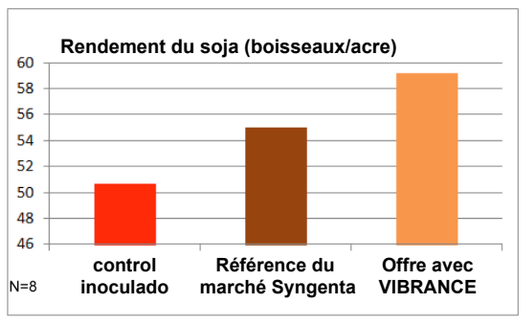
*Efficacité des offres contenant le traitement de semences VIBRANCE™ contre Rhizoctonia solani sur le colza/canola dans des essais infectés artificiellement au Canada*



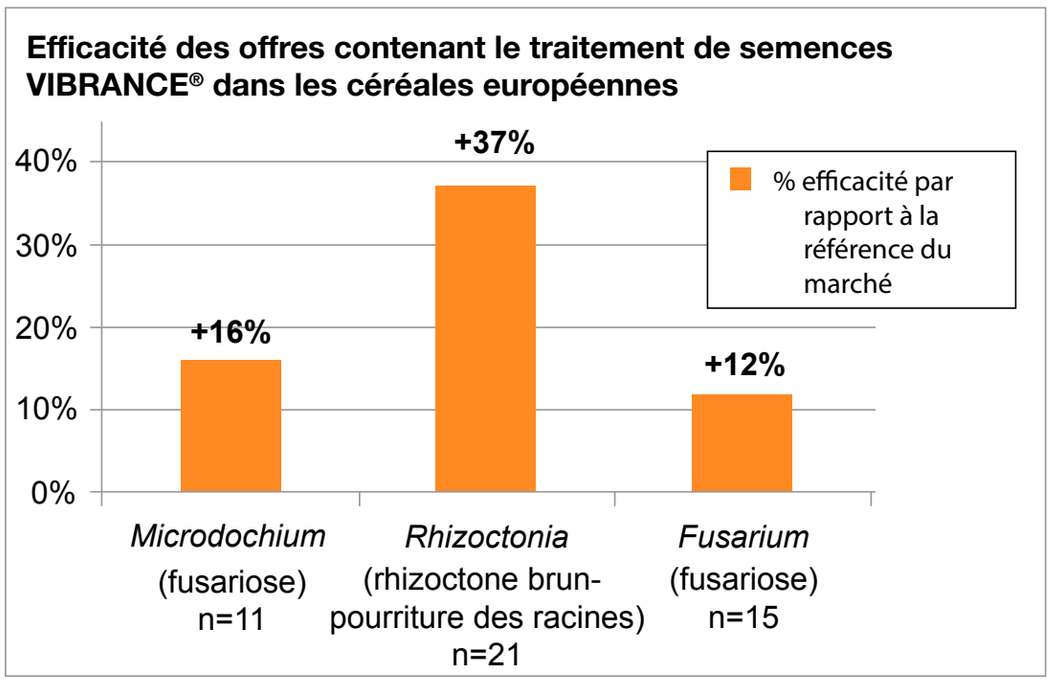

*Source: Syngenta, Canada*

*Efficacité des offres contenant le traitement de semences VIBRANCE contre Rhizoctonia solani sur le soja dans des essais infectés artificiellement aux États-Unis*




*Source : Syngenta, États-Unis*

***Les offres de protection à large spectre contenant le traitement de semences VIBRANCE apporteront un degré de protection supplémentaire contre de nombreuses maladies qui sont difficiles à éliminer***



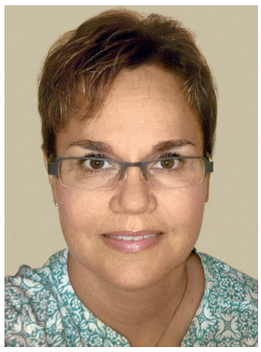

*Source: Syngenta, Essais de plein champ en Europe, 2009-2010*

## Santé des racines – l'opportunité d'améliorer les rendements à long terme

***Les experts voient d'importantes opportunités de recherche à long terme qui se traduiront par de nouvelles solutions dans le sol. Il faut désormais avoir une vision globale du végétal, qui inclut les racines.***

Les experts et les scientifiques du secteur ont reconnu que les racines détiennent la clé de la prochaine révolution verte. Toutefois, ils reconnaissent également qu'on en est au début et qu'il y a encore beaucoup de travail à effectuer avant que le secteur ait une compréhension approfondie du monde complexe situé dans le sol. Comme un participant l'a résumé lors du Forum mondial sur la santé des racines, « Nous commençons tout juste à apprendre. Nous connaissons les pathogènes mais pas les interactions et les complexes de maladies. »

Malgré la prise en compte accrue au sein de la communauté scientifique, la santé des racines reste une priorité relativement faible pour le producteur. Pourtant, si nous voulons passer à la prochaine étape de maximisation des rendements, il est désormais temps d'aller au-delà des pathogènes du sol et d'avoir une vision globale du végétal, qui inclut les racines. Ceci signifie d'avoir des solutions intégrées telles que le traitement des semences avec des pratiques agronomiques et une génétique sélectionnée avec soin. En atteignant directement la zone racinaire, les nouvelles technologies de traitement des semences comme VIBRANCE® permettent d'obtenir des végétaux forts et sains avec des systèmes racinaires robustes. Ces racines robustes, à leur tour, aideront à maximiser le rendement ce qui est la base d'un bon retour sur investissement.



***À propos de l'auteur: Gina M. Swart (PhD) est Directrice technique internationale, biologie produits et fongicides chez Synenga AG à Bâle, Suisse. Contact : gina.swart@ syngenta.com***

**Bibliographie**

Gewin, V. 2010. An underground revolution. *Nature* 466: 552 - 553.

Kendall, H.W., and Pimentel, D. 1994. Constraints on the expansion of the global food supply. *Ambio* 23: 198-205.

Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Sphpritz, L. Fitton, R. Saffouri, and Blair, R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267: 1117-1123.

Rothrock, C. S. 1992. Tillage systems and plant disease. *Soil Science* 154:308-315.

Rovira, A.D. 1990. The impact of soil and crop management practices on soil-borne root diseases and wheat yields. *Soil Use and Management* 6(4): 195 - 200.

## Pour plus d'information

A propos de la santé des racines, les traitements de semences et VIBRANCE®

http://insidemob.mobi/vibrance

http://www.linkedin.com/groups?gid=3773669

Ou contactez Christian Schlatter, Directeur mondial Protection des semences (Seedcare), christian.schlatter@syngenta.com

Vibrance®

syngenta®

ROOTING POWER™

© 2011 Syngenta Crop Protection AG, Bâle, Suisse. Tous droits réservés.

**Important: Appliquer les produits de protection de semences en toute sureté. Avant l'emploi consulter l'étiquette et le mode d'emploi. Sur l'étiquette sont indiqués les conditions de vente importantes, incluant les limites de garantie et les antidotes.**

VIBRANCE® est registré en France. VIBRANCE® n'est actuellement autorisé à la vente dans tous les pays. Autorisation de mise sur le marché dans d'autres pays en suspens ; pour plus d'informations, adressez-vous à votre autorité locale de mise sur le marché.

VIBRANCE®, le logo SYNGENTA, le symbole PURPOSE et le symbole SEEDCARE sont des marques déposés d'une compagnie du groupe Syngenta.